

REPROJECTION OPTICAL SYSTEM

Patent number: JP6027382
Publication date: 1994-02-04
Inventor: CHEN CHUNGTE W
Applicant: HUGHES AIRCRAFT CO
Classification:
- international: G02B17/08; G02B27/18
- european:
Application number: JP19930080965 19930407
Priority number(s):

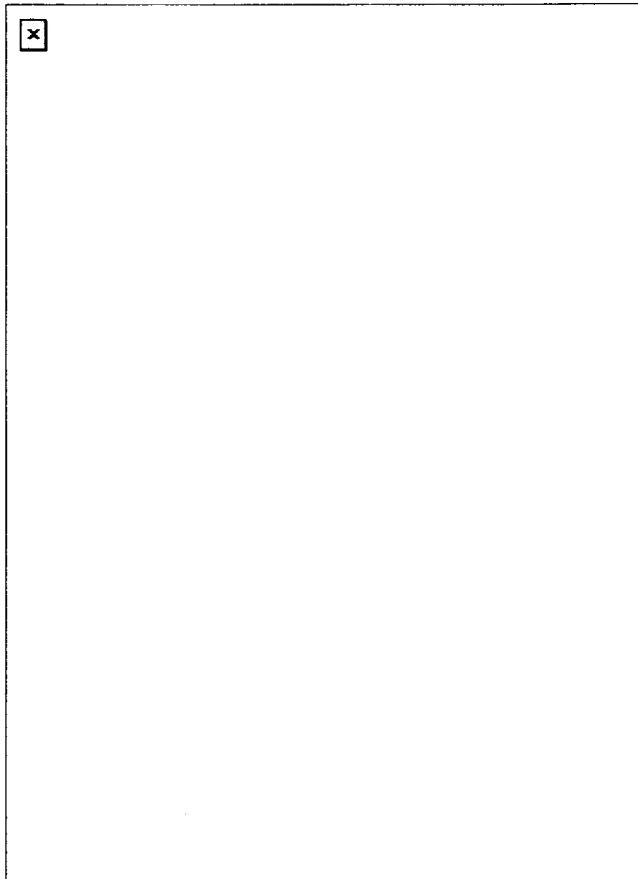
Also published as:

EP0565355 (A2)
US5287218 (A1)
EP0565355 (A3)
EP0565355 (B1)

Abstract of JP6027382

PURPOSE: To provide the reprojection optical system which simplifies a focal plane assembly interface and has advantages of a small-sized catadioptric optical system with a long operating distance while it has a wide visual field and a wide spectrum band and holds advantages of a low-priced reflection optical system.

CONSTITUTION: A primary reflector 22 is so positioned as to receive a radiation beam of an observed body and a secondary reflector 24 is so positioned as to receive the radiation beam from the primary reflector 22 and project it, and the system is equipped with an objective device including the primary and secondary reflectors which form an intermediate image of the observed body and a repeating device 14 including a refracting optical element 32 and a diffracting optical element 34 which are so positioned as to receive the radiation beam from the secondary reflector 24 so that the intermediate image is reprojected on an image plane 16.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-27382

(43) 公開日 平成6年(1994)2月4日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 17/08	A	9120-2K		
27/18	Z	9120-2K		
// G 0 2 B 27/42		9120-2K		

審査請求 有 請求項の数11(全 7 頁)

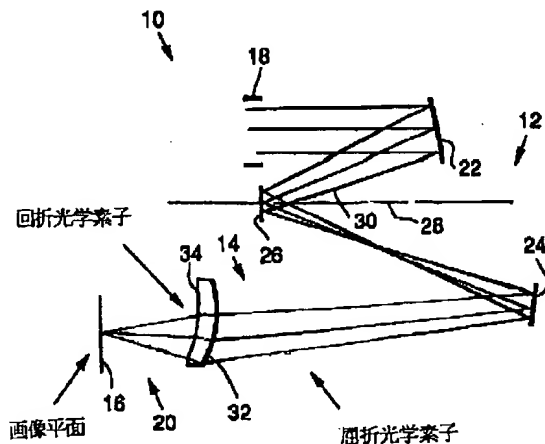
(21) 出願番号	特願平5-80965	(71) 出願人	390039147 ヒューズ・エアクラフト・カンパニー HUGHES AIRCRAFT COMPANY アメリカ合衆国、カリフォルニア州 90045-0066, ロサンゼルス, ヒューズ・ テラス 7200
(22) 出願日	平成5年(1993)4月7日	(72) 発明者	チュンテ・ダブリュ・チェン アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92714, アーバイン, アレグヘニ 33
(31) 優先権主張番号	8 6 4 8 5 8	(74) 代理人	弁理士 鈴江 武彦
(32) 優先日	1992年4月7日		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

(54) 【発明の名称】 再投影光学システム

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、広い視界、広いスペクトル帯域を有し、低価格の反射光学システムの利点を保持しながら、焦点平面組立てインターフェイスを簡単にし、小型で長い動作距離のカタジオプトリック光学システムの利点も有している再投影光学システムを提供することを目的とする。

【構成】 1次反射鏡22が観察された物体の放射線ビームを受信し、投射し、2次反射鏡24が1次反射鏡22からこの放射線ビームを受信し、投射するように位置され、1次反射鏡22が観察された物体の中間画像を形成する1次および2次反射鏡を含む対物装置と、画像平面16に中間画像を再投影するために2次反射鏡24からの放射線ビームを受信するように位置された屈折光学素子32および回折光学素子34を含む中継装置14とを具備していることを特徴とする



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 1次反射鏡が観察された物体の放射線ビームを受信し、投射し、2次反射鏡が前記1次反射鏡から前記放射線ビームを受信し、投射するように位置され、前記1次反射鏡が前記観察された物体の中間画像を形成する1次および2次反射鏡を含む対物装置と、画像平面に前記中間画像を再投影するために前記2次反射鏡から前記放射線ビームを受信するように位置された屈折光学素子および回折光学素子を含む中継装置とを具備していることを特徴とする再投影光学システム。

【請求項2】 折り曲げ反射鏡は前記2次反射鏡に前記放射線ビームを中継するために前記1次および2次反射鏡間に位置されている請求項1記載のシステム。

【請求項3】 前記反射鏡は正倍率反射鏡である請求項1記載のシステム。

【請求項4】 前記屈折および回折光学素子は正の光倍率を有している請求項1記載のシステム。

【請求項5】 前記屈折および回折光学素子は単一のハイブリッド光学素子である請求項1記載のシステム。

【請求項6】 前記屈折光学素子は複数のレンズを含んでいる請求項1記載のシステム。

【請求項7】 前記複数のレンズは正および負の倍率のレンズを含み、前記複数のレンズの全体的な倍率は正である請求項6記載のシステム。

【請求項8】 出口瞳孔は前記画像平面と前記回折光学素子との間に位置されている請求項1記載のシステム。

【請求項9】 出口瞳孔は前記2次反射鏡と前記複数の屈折レンズとの間に位置されている請求項7記載のシステム。

【請求項10】 1群のクラウンフリントレンズおよび屈折回折ハイブリッド光学素子の組合せは1次および2次軸方向色収差を補正する請求項6記載のシステム。

【請求項11】 1群のクラウンフリントレンズおよび屈折回折ハイブリッド光学素子の組合せは1次および2次横方向色収差を補正する請求項6記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、再投影光学システム、特に反射、屈折および回折光学素子を使用するカタリオプトリック再投影光学システムに関する。

【0002】

【従来の技術】再投影光学システムは一般に2つの光学モジュール：対物装置群および中継装置群を含む。対物装置群は中間画像平面に先行し、中継装置群は中間画像平面に後続する。再投影光学システムは、多数の光センサにおいて重要な光学素子である。再投影光学システムはまた独特の特性を有している。それらの特性のいくつかは軸を外れた放射線の良好な除去、検出器アレイの直ぐ隣りの冷却ストップによる100%の冷却遮蔽およびアクセス可能な入口瞳孔である。共通した再投影光学シ

2

ステムの2つの例は、全て反射性の3反射鏡収差補正およびカタジオプトリック光学システムである。3反射鏡収差補正システムは一般に2つの凹面鏡をおよび1つの凸面鏡を含む。したがって、反射鏡の中の2つは正であり、1つは負の倍率である。3反射鏡収差補正の利点は実質的に色収差を持たず、一般に屈折光学システムに比較された場合、安価に製造される簡単な光学設計であることである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】残念ながら、視界範囲を損なわずにぼかしまたは中央の不明瞭さを避けることは困難である。ぼかし問題は特に3次反射鏡にとって深刻である。2次反射鏡から反射された放射線の出口瞳孔および画像平面の両者を明瞭にするために、3次反射鏡を照射する前に、視線が光軸から外れるか、或は3次反射鏡が意図的に傾斜される。したがって、全体的な有効視界は制限される。カタジオプトリック光学システムはぼかしおよび不明瞭さの問題が少ないが、一般に複雑である。この複雑さは色収差補正の要求のためである。色収差問題を軽減するために、各屈折光学素子の光倍率は減じられる。多数の場合において、屈折光学素子群の光倍率は反射光学素子と比較して重要ではない。したがって3反射鏡収差補正光学システムはぼかしおよび不明瞭さの問題を示し、一方カタジオプトリック光学システムは色収差補正の要求のために複雑である。本発明は上記の問題を克服する光学システムを提供する。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明の技術によると、反射および屈折光学システムの好ましい特性を維持し、一方においてそれらの欠点を取除くシステムが提供される。本発明は反射、屈折および回折光学素子を含む光学システムを提供する。このシステムは広い視界、広いスペクトル帯域および低価格のような反射光学システムの利点を保持するだけでなく、焦点平面組立てインターフェイスを簡単にするために必要な小型で長い動作距離を持つカタジオプトリック光学システムの利点も有している。

【0005】本発明は、反射、屈折および回折光学素子を結合して各個々のシステムの好ましい特性を維持し、一方それらの欠点をなくした再投影光学システムを提供する。本発明は容易に製造され、広い視界、広いスペクトル帯域幅を実現でき、非常に小型で安価である。したがって、本発明の技術にしたがって構成された光センサは小型であり、良好な画像品質を有し、パッケージし易く、安価である。

【0006】好ましい実施例において、再投影光学システムは1次および2次光学モジュールを含む。第1のモジュールは1次反射鏡を備えた対物装置である。1次反射鏡は観察されている物体の画像を含む放射ビームを形成する。対物装置は観察されている物体の中間画像を形

3

成する。第2のモジュールは、2次反射鏡および屈折および回折光学素子を含む中継装置である。2次反射鏡から受信された放射ビームは、画像平面に中間画像を再投影するように屈折および回折光学素子を通してされる。

【0007】本発明の種々の利点は、以下の詳細な説明の検討および添付図面の参照から当業者に明らかになるであろう。

【0008】

【実施例】図1および図2を参照すると、再投影光学システムが全体を参照符号10で示されている。光学システムは、観察されている物体の放射線ビームの焦点を画像平面16に結ばせ対物装置群12および中継装置群14を含む。一般に、放射線は入口瞳孔18に入力し、中継装置群14と画像平面16との間に位置された出口瞳孔20から出力する。

【0009】対物装置群12は、一般的に1次反射鏡22、2次反射鏡24および折り曲げ反射鏡26を含む。1次反射鏡22はシステム光軸28を限定する中心軸を含む。1次反射鏡22は正の倍率の反射鏡であり、円錐または高次の非球面反射鏡であってもよい。1次反射鏡22は観察される物体の中間画像を形成する。2次反射鏡24は正倍率反射鏡であり、光軸28に関して軸上に位置されている。2次反射鏡24は円錐または高次の非球面反射鏡であってもよい。折り曲げ反射鏡26は平坦な反射鏡である。折り曲げ反射鏡26は、システムをさらに小型にするようにビームを折り曲げるようにビーム30の光路に位置されている。中継装置群14は屈折光学素子32および回折光学素子34を含む。図1および図2において、屈折および回折光学素子はハイブリッド光学素子であり、したがって単一素子が屈折および回折光学素子の両者を含んでいる。屈折および回折光学素子は8.667°傾斜され、光軸28に関して1.2077インチデセンタされる。いくつかの適用におい

4

て、ハイブリッド光学素子は光軸に関して軸上に位置されることができる。

【0010】放射ビーム30は2次反射鏡24から受信され反射され、屈折および回折素子32および34に投射される。ビームが屈折素子32および回折素子34を通過したとき、中間画像は再投影され、画像平面16に通過させられる。1次反射鏡22および2次反射鏡24によって導入されたフィールド湾曲は屈折光学素子によって平衡される。屈折および回折光学素子の両者は正の光倍率を有している。したがって、全ての光学素子の正の光倍率はフィールド湾曲補正を行い、ユニットの全体的な寸法を減少し、システムの複雑さも減少する。

【0011】図3は、図1に示された光学システムのH-tan U曲線である。H-tan U曲線は、光学システムの幾何学形状収差を示すために当業者によって使用されている。左および右側のこれらの曲線はそれぞれ正接および矢じり形幾何学形状収差に対応する。上方、中間および下方の曲線はそれぞれ完全なフィールド、70%フィールドおよび軸上における幾何学形状収差である。各H-tan U曲線における曲線1、2および3はそれぞれ3.8 μm、3.6 μmおよび4.2 μmの波長に対する幾何学形状収差である。3つのカラーにおける分散が広がると、それだけ色収差が悪化する。図3におけるH-tan U曲線は実際的に色収差を示さない。屈折光学素子によって導入された色収差は回折光学素子により平衡される。図4は回折光学素子が色収差を補正するために素子32上で使用されないことを除いて、同じ光学システムのH-tan U曲線である。図4は著しい量の色収差を示す。

【0012】図1および図2に示された構造を有する再投影光学システムに特定のデータが以下の表に与えられる。

【0013】

表1

素子	半径 (インチ)	CC	デセンタ (インチ)	傾斜 (度)	厚さ (インチ)
1次 反射鏡	-2.91128	-21.334	0	0	1.45564
	AD=-0.31987E-1		AE=0.12248E-1		
2次 反射鏡	-5.01035	0.13114	0	0	2.18400
	AD=-0.35941E-2		AE=0.34629E-2		
折り曲げ 反射鏡	∞				-2.60000
素子	ガラス タイプ	湾曲半径 正面/背面	距離/厚さ (インチ)	孔の直径 正面/背面	
屈折 素子	シリコン	-0.76910/ -1.06629	0.1500	0.9/0.9	
回折 素子	$f(\rho) = 13.9906\rho^2 + 103.993\rho^4$				

5

ADおよびAEは4次および6次の非球面係数である。 $f(\rho)$ は回折光学素子の格子位相式であり、 ρ が $f(\rho) = n$ を満足する n 番目の格子環状境界が配置されている。

【0014】 ρ は半径座標である。

(+) 半径は右に中心を有する。

(-) 半径は左に中心を有する。

(+) 厚さは右側。

(+) デセンタは上方。

【0015】(+) 傾斜は反時計方向であって度数であ 10

る。デセンタは傾斜の前に行われ、 $CC = -\varepsilon^2 = -(\text{偏心率})^2$ である。ディメンションはインチで与えられる。

基準波長 = $3.8\mu\text{m}$ スペクトル範囲 = $0.8\mu\text{m}$

上記のデータは説明のための例示であり、本発明を制限するものではないことに留意すべきである。

【0016】図5を参照すると、本発明の別の実施例が示されている。図5において、1次反射鏡および2次反射鏡22および24は前に示されたものと同じである。しかしながら、折り曲げ反射鏡は取除かれている。したがって、ビーム30は1次反射鏡22から2次反射鏡24に直接反射される。また中間画像は、1次反射鏡と2次反射鏡との間の位置に形成される。中継装置群14に関して、屈折光学素子群50および屈折回折ハイブリッド光学素子52は異なっている。一般に、屈折およびハイブリッド光学素子のこの構造は可視スペクトル帯域波長に対して使用される。屈折光学素子50は4つの屈折レンズの群を含む。レンズ群は一般に少なくとも2つの異なるタイプの公称ガラス材料：クラウンガラスおよびフリントガラスを含む。正の光倍率を持つレンズはクラウンガラスであり、負の光倍率を持つレンズは一般的にフリントガラスである。正の光倍率レンズによって導入された1次軸色収差は、負のフリントガラスおよび回折光学素子の組合せによって平衡される。2次軸色収差は、フリントガラス光学素子と回折光学素子との間の光倍率を平衡することによって補正される。1次軸および2次軸色収差は非常に良好に補正されるため、停止シフト導入される1次的な横方向および2次的な横方向の色収差は非常に小さい。示された実施例の屈折光学素子はレンズ54、レンズ56、 40 レンズ58およびレンズ60を含む。

【0017】レンズ54は、レンズの頂点を通る光軸を限定する。一般に、レンズ54はクラウンガラス材料から形成された凹凸レンズである。レンズ54はレンズの凹面である前面が予め定められた湾曲半径を有し、レンズの凸面である背面が予め定められた湾曲半径を有する。レン

6

ズ54はまた頂点における予め定められた厚さおよび凹面の前面と凸面の背面上の予め定められた開口寸法を有する。

【0018】レンズ56は光軸に関して中心を有する。一般に、このレンズはフリントガラス材料から形成された凸凹レンズである。レンズ56はレンズの凸面である前面が予め定められた曲率を有し、レンズの凹面である背面が予め定められた曲率を有する。レンズ56はまた頂点における予め定められた厚さおよび凸面の前面と凹面の背面上の予め定められた開口寸法を有する。

【0019】レンズ58は光軸に関して中心を有する。一般に、レンズ58はクラウンガラス材料から形成された両凸レンズである。一般に、レンズ58はレンズの凸面である前面が予め定められた曲率を有し、レンズの凸面である背面が予め定められた曲率を有する。レンズ58は頂点における予め定められた厚さおよび凸面の前面と凸面の背面上の予め定められた開口寸法を有する。一般に、レンズ56およびレンズ58はダブルレットを形成するために通常的手段によって接着される。

【0020】レンズ60は光軸に関して中心を有する。一般に、レンズ60はクラウンガラス材料から形成された凹凸レンズである。レンズ60はレンズの凹面である前面が予め定められた曲率を有し、レンズの凸面である背面が予め定められた曲率を有する。レンズ60はまた頂点における予め定められた厚さおよび凹面の前面と凸面の背面上の予め定められた開口寸法を有する。

【0021】ハイブリッド光学素子52は光軸に関して中心を有する。ハイブリッド光学素子52は屈折光学素子62および回折光学素子72から構成される。一般に、屈折光学素子62は凸平面レンズである。一般に、屈折光学素子62は凸面の前面が予め定められた曲率を有する。屈折光学素子62は頂点における予め定められた厚さおよび凸面の前面と平坦な背面上の予め定められた開口寸法を有する。

【0022】回折光学素子72は、屈折光学素子の光軸とほぼ一致したリングの中心を持つゾーンプレートパターンである。回折光学素子であるゾーンプレートパターンは屈折光学素子62の第2の表面上に印刷される。屈折光学素子62の第2の表面は凸面、凹面または平坦のいずれであることができるが、回折光学素子の製造プロセスを簡単にするために一般に平面が好ましい。

【0023】出口瞳孔20は、2次反射鏡24と中継装置群14との間に位置されている。図5の再投影光学システムに特定のデータが以下の表に与えられる。

【0024】

表2

素子	半径 (インチ)	CC	デセンタ (インチ)	傾斜 (度)	厚さ (インチ)
1次反射鏡	-12.200	-1.000	0.75		7.500

7				8
2次反射鏡	2.800	-1.000	0.75	4.900
素子	ガラス	湾曲半径	距離/厚さ	孔の直径
	タイプ	正面/背面	(インチ)	正面/背面
レンズ54	BAK 1	-0.667328/-0.799550	0.250/0.038	0.8/0.95
レンズ56	SF56	4.17351/1.32472	0.120/0.00	1.0/1.0
レンズ58	LAK 9	1.32471/-2.76912	0.380/0.065	1.0/1.0
レンズ60	LAKN 7	-1.90347/-2.68732	0.320/0.0198	1.0/1.0
レンズ62	LAKN 7	1.69427/∞	0.394/0.00	1.0/1.0
回折素子	$f(\rho) = 269.81477 \rho^2 - 22.83324 \rho^4$			

$f(\rho)$ は回折光学素子の格子位相式であり、 ρ が f 10 であり、良好な画像品質を有し、パッケージし易く、比較的安価である。

【0025】 ρ は半径座標である。

(+) 半径は右に中心を有する。

(-) 半径は左に中心を有する。

(+) 厚さは右側。

(+) デセンタは上方。

(+) 傾斜は反時計方向であって度数である。

デセンタは傾斜の前に行われ、 $CC = -\varepsilon^2 = -(\text{偏心率})^2$ である。ディメンションはインチで与えられる。

基準波長 = $0.75 \mu\text{m}$ スペクトル範囲 = $0.30 \mu\text{m}$

本発明の好ましい実施例によって提供される利点は、集成的利点を提供し、それらの欠点を制限する反射および屈折光学システムの両者の利用を含んでいる。したがって、本発明にしたがって構成されたセンサはさらに小型

【0026】好ましい実施例が上記の目的を満足するために十分に計算されていることは明らかであるが、本発明は添付された特許請求の範囲の技術的範囲を逸脱することなく修正、変化および変更できることが理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光学システムの概略的な側面図。

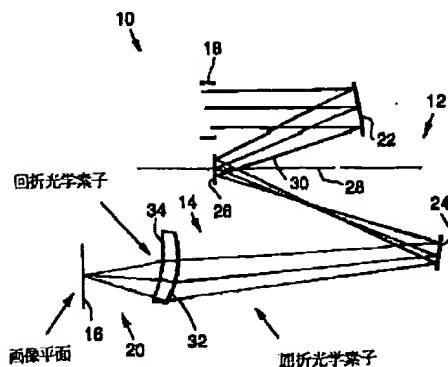
【図2】図1の光学システムの概略的な上面図。

【図3】図1および図2の光学システムのH-tanU曲線の概略図。

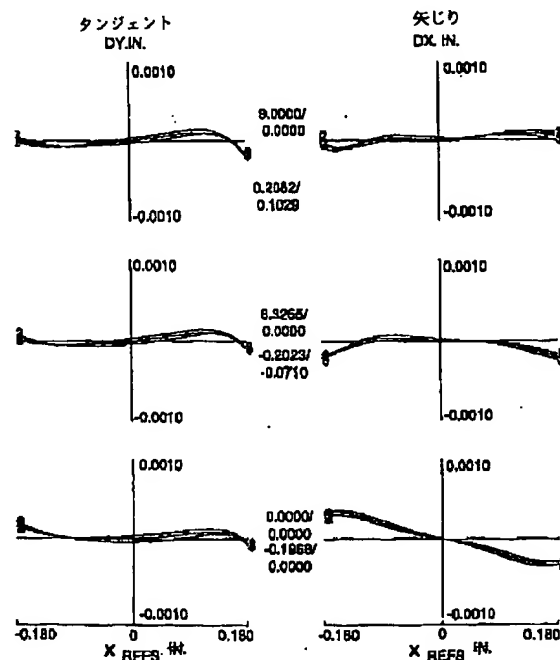
【図4】色収差補正のための回折光学素子を持たない図1および図2の同じ光学システムのH-tanU曲線の概略図。

【図5】本発明の第2の実施例の概略的な側面図。

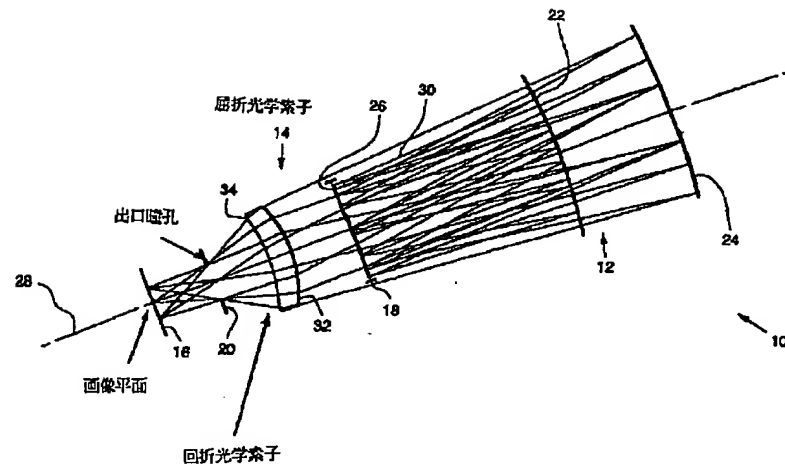
【図1】



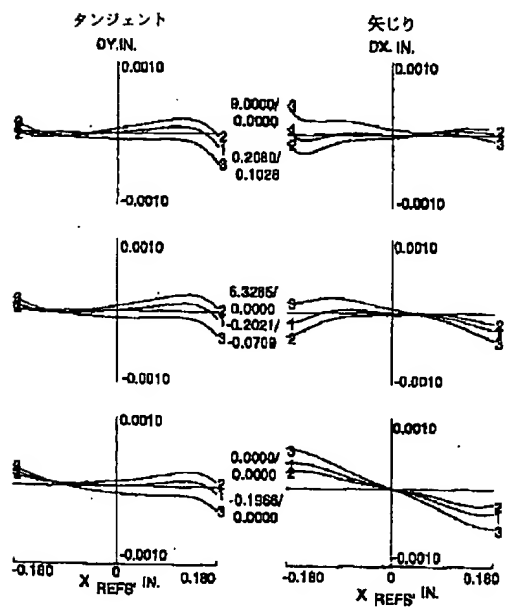
【図3】



【図2】



【図4】



【図5】

